

PERAMALAN HARGA EMAS DI INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAMPED TREND

FORECASTING GOLD PRICE IN INDONESIA USING DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAMPED TREND ALGORITHM

Rizky Fajar Sholeh¹, Budi Arif Dermawan², Iqbal Maulana³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang
rizky.fajar17188@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

Gold is one of the many items that can be used as an investment instrument. Investing in gold is becoming popular among the public because it is easy to do by all levels of society. However, gold prices can change at any time in minutes, hours, or days, causing price uncertainty. In this study, researchers tested the performance of the Double Exponential Smoothing Damped Trend models for forecasting gold prices. The gold price data used is 182 data taken from online gold price sites. The evaluation results show that the performance of the Double Exponential Smoothing Damped Trend model is said to be very good with an error value of Mean Absolute Percentage Error of 0.49% in the application of the Double Exponential Smoothing Damped Trend model.

Keywords: Gold price, forecasting, Double Exponential Smoothing Damped Trend

ABSTRAK

Emas merupakan satu dari sekian banyak barang yang dapat digunakan sebagai instrumen berinvestasi. Berinvestasi emas menjadi populer di kalangan masyarakat karena mudah untuk dilakukan oleh semua lapisan masyarakat. Akan tetapi harga emas bisa saja berubah sewaktu-waktu baik dalam menit, jam, maupun hari sehingga menyebabkan ketidakpastian harga. Pada penelitian ini, peneliti menguji performa *Double Exponential Smoothing Damped Trend* untuk forecasting harga emas. Data harga emas yang digunakan berjumlah 182 data yang diambil dari situs harga emas *online*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa performa model *Double Exponential Smoothing Damped Trend* dikatakan sangat baik dengan nilai *error* dari *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 0,49% pada penerapan model *Double Exponential Smoothing Damped Trend*.

Kata kunci: Harga emas, peramalan, *Double Exponential Smoothing Damped Trend*.

PENDAHULUAN

Emas merupakan satu dari sekian banyak barang yang dapat digunakan sebagai instrumen berinvestasi. Berinvestasi emas menjadi populer di kalangan masyarakat karena mudah untuk dilakukan oleh semua lapisan masyarakat. Akan tetapi harga emas bisa saja berubah sewaktu-waktu baik dalam menit, jam, maupun hari sehingga menyebabkan ketidakpastian harga (Andriyanto, 2017). Fluktuasi harga emas disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah fluktuasi kurs Rupiah dengan kurs US Dollar, tingkat inflasi serta yang lainnya (Ristianto et al., 2021). Hasil analisis Monex Investindo Futures (2021) menyatakan bahwa

pengesahan stimulus AS membuat pelaku pasar berpindah ke aset berisiko sehingga berdampak ke harga emas. Selain itu, vaksinasi COVID-19 secara global berdampak pada harga emas dunia karena mengundang naiknya minat pada aset berisiko (Putriadita & T. Rahmawati, 2021). Harga emas dapat mengalami fluktuasi atau harga dapat berubah sewaktu-waktu sehingga harga emas dapat dikategorikan sebagai salah satu investasi dengan data bertipe *time series* (Guntur et al., 2018).

Data bertipe deret waktu (*time series*) dapat diekstrak menjadi informasi untuk strategi dalam berinvestasi untuk mendapatkan keuntungan bagi investor. Proses yang

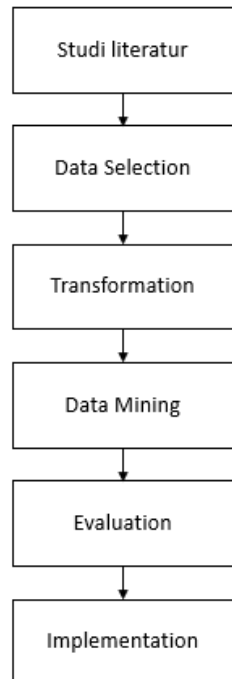
dilakukan untuk mengekstrak data tersebut yaitu memperkirakan harga emas di masa depan dengan menggunakan peramalan pada data harga emas sekarang. Peramalan adalah sebuah cara memprediksi harga di masa depan yang bereferensi baik dari harga sekarang maupun masa lalu (Habsari et al., 2020). Terdapat dua metode dalam peramalan yaitu metode kualitatif berdasarkan pemikiran secara logis serta metode kuantitatif berdasarkan banyaknya data atau informasi di masa lalu dalam bentuk numerik. Peramalan kuantitatif memiliki dua jenis metode yaitu metode regresi serta metode deret waktu. Metode pada data deret waktu (*time series*) melakukan prediksi berlandaskan nilai *error* masa lalu. Poin penting pada tahap model deret waktu yaitu menentukan pola yang tepat untuk pengujian pada model. Beberapa jenis pola yang ada di antaranya adalah pola *trend*, data horizontal, data musiman, dan pola siklus. Karena data harga emas menunjukkan pola *trend*, maka metode yang tepat untuk digunakan yaitu algoritma *Double Exponential Smoothing* (DES) (Habsari et al., 2020). DES hanya perlu menggunakan historis harga data yang aktual yaitu data *time series* yang mengalami fluktuasi lalu dimasukkan kedalam rumus DES berdasarkan nilai parameter pemulusan untuk melakukan peramalan di masa depan (Hudiyanti et al., 2019).

Penelitian kali ini menggunakan referensi dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian dari Hudiyanti et al. (2019) yang membandingkan peramalan kunjungan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai per bulan dengan model antara *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing* menunjukkan hasil *error* terendah pada *Double Exponential Smoothing*. Penelitian dari Hakimah et al. (2020) melakukan perbandingan tipe pada

algoritma *Exponential Smoothing* dengan meramalkan data nilai tukar Rupiah terhadap USD dengan *Double Exponential Smoothing* dengan *Damped Trend* menjadi algoritma terbaik. Penelitian ini menjelaskan juga bahwa performa algoritma *Exponential Smoothing* bergantung pada nilai parameter pemulusan serta untuk mendapatkan nilai optimasi parameter terbaik dengan menggunakan MAPE. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini akan memprediksi harga emas di masa depan dengan menerapkan algoritma *Double Exponential Smoothing* dengan penambahan parameter *Damped Trend* dan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai tolak ukur performa terbaik dalam penggunaan algoritma yang akan digunakan. Hasil performa terbaik digunakan untuk peramalan untuk satu bulan kedepan.

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap ini melakukan pemahaman literatur mengenai teori-teori yang relevan dengan harga emas, *data mining*, algoritma *forecasting* yang digunakan yaitu *Double Exponential Smoothing Damped Trend* (DESDT), dan penilaian performa model dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

2. Data Selection

Tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang dari sebuah situs *online* yaitu harga-emas.org dengan menggunakan teknik *web scrapping* yaitu proses yang digunakan untuk menambang informasi dari *website* yang tidak terstruktur lalu mengubahnya ke dalam bentuk yang mudah dipahami seperti *spreadsheet*, *database* atau *comma-separated values* (csv) (Saurkar et al., 2018). Data yang dikumpulkan merupakan data *time series* atau deret waktu harga emas Antam seberat satu gram di Indonesia.

3. Transformation

Tahap transformasi yaitu mengubah data yang didapat menjadi *dataset* yang sesuai untuk melakukan *modelling* pada *data mining*. Penelitian ini data yang didapat ditransformasi ke dalam bentuk *time series*. Proses yang dilakukan yaitu mengubah kolom yang berisikan tanggal menjadi atribut utama pada *dataset*. Selain itu, tahap ini juga membagi *dataset* menjadi *data training* dan *data testing*.

4. Data Mining

Tahap *data mining* ini melakukan peramalan atau *forecasting* pada *dataset*. *Forecasting* merupakan perkiraan perhitungan nilai sesuatu di waktu masa depan yang didasarkan pada data terdahulunya yang dijabarkan secara ilmiah pada pemanfaatan model (Fahlevi et al., 2018). Proses *forecasting* yang dilakukan menggunakan model dengan algoritma *Double Exponential Smoothing Damped Trend* (DESDT) yaitu pengembangan algoritma *Double Exponential Smoothing* (DES) oleh Gardner & Mc Kenzie pada tahun 1985 dengan meredam nilai *trend* (*damped trend*) ke garis datar di periode kedepannya. Persamaan DESDT dapat dilihat sebagai berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + \phi b_{t-1}) \quad (1)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)\phi b_{t-1} \quad (2)$$

$$F_{t+m} = S_t + (\phi^1 + \phi^2 + \dots + \phi^m)b_t \quad (3)$$

Di mana:

S_t : hasil pemulusan *smoothing level*

ke-t periode.

b_t : hasil *smoothing trend* ke-t periode.

X_t : nilai aktual data ke-t periode.

S_{t-1} : nilai pemulusan periode sebelumnya (t-1).

b_{t-1} : hasil *smoothing trend* periode

sebelumnya ($t-1$).
 α : nilai parameter pemulusan *level*
 $(0 \leq \alpha \leq 1)$.
 β : nilai parameter pemulusan
trend
 $(0 \leq \beta \leq 1)$.
 φ : nilai parameter pemulusan
damped
trend $(0 \leq \varphi \leq 1)$.
 m : total periode kedepannya yang
akan diprediksi.
 F_{t+m} : hasil prediksi pada periode
kedepannya.

Pada implementasi DESDT, nilai awal S'_t dan b_t harus tersedia. Namun pada saat $t = 1$, kedua nilai tersebut belum didapatkan. Penentuan kedua nilai tersebut dilakukan dengan memasukkan nilai data aktual pertama sebagai nilai pemulusan *level* periode pertama yaitu $S'_1 = X_1$, serta untuk nilai pemulusan *trend* pertama dilakukan dengan persamaan yaitu $b_1 = X_2 - X_1$ (Andriyanto, 2017).

5. Evaluation

Pada tahap ini, hasil yang didapatkan pada proses *data mining* mengukur hasil performa model yang digunakan. Pada penelitian kali ini proses evaluasi dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan tolak ukur pada kesalahan perhitungan penyimpangan persentase pada data peramalan terhadap data aktual (Pramesti et al., 2020). Jika persentase MAPE yang didapatkan kurang dari 10%, maka model peramalan tersebut tergolong sangat baik. Implementasi perhitungan MAPE dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \quad (4)$$

Di mana keterangannya adalah:

X_t : nilai data aktual ke- t periode.
 F_t : nilai prediksi ke- t periode.
 n : Jumlah data yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah pengolahan data harga emas Antam seberat satu gram di Indonesia yang diambil mulai dari 1 Oktober 2020 hingga 31 Maret 2021 dari situs *online*. Data historis harga diubah menjadi *time series* dan diterapkan pada model *forecasting* algoritma DESDT serta mengukur performa model terbaiknya dengan menggunakan MAPE.

1. Data Selection

Data yang dipilih untuk penelitian ini didapatkan dari situs *online* yaitu harga-emas.org seperti pada gambar 2 berikut.

Harga-Emas.org	Home	Emas 1 Gram	History	Trend	Perak 1 Gram	Kurs Dollar
----------------	------	-------------	---------	-------	--------------	-------------

Prev	Oktober 2020							Next
Ming	Sen	Sel	Rab	Kam	Jum	Sab		
27	28	29	30	31	01	02	03	
04	05	06	07	08	09	10		
11	12	13	14	15	16	17		
18	19	20	21	22	23	24		
25	26	27	28	29	30	31		
01	02	03	04	05	06	07		

Harga Emas Terkini					
Satuan	USD	Kurs Dollar	EDM	Ounce (oz)	Konversi Satuan
Ounce (oz)	1,908.51 (+0.01)	14,876.00 (+0.00)	28,391.41	1	31.103476786
Gram (gr)	61.36	14,876.00	912.000 (+0.01)	0.032150766	1
Kilogram (kg)	61,360.99	14,876.00	912,000.026	32,150766000	1,000

Update harga emas : 01 Oktober 2020, pukul 23:39

Harga Emas Logam Mula Antam				Harga Emas Logam Mula Pegadaian			
Gram	per Batangan (Rp)	per Gram (Rp)		per Batangan (Rp)	per Gram (Rp)		
1000	912.000.000 (+0.000.000)	912.000 (+0.000)		909.817.000 (+0.000.000)	909.817 (+0.000)		
500	473.200.000 (+0.000.000)	946.400 (+0.000)		459.406.000	918.812		
250	236.700.000 (+0.000.000)	946.800 (+0.000)		229.753.000	939.814		
100	94.112.000 (+0.000.000)	941.120 (+0.000)		100.110.000 (+0.000)	1.001.100 (+0.000)		
50	47.056.000 (+0.000.000)	941.120 (+0.000)		50.055.000 (+0.000)	1.001.100 (+0.000)		
25	23.528.000 (+0.000.000)	940.960 (+0.000)		25.105.000 (+0.000)	1.004.200 (+0.000)		
10	9.410.000 (+0.000.000)	941.000 (+0.000)		10.089.000 (+0.000)	1.008.900 (+0.000)		
5	4.705.000 (+0.000.000)	941.000 (+0.000)		5.044.500 (+0.000)	1.008.900 (+0.000)		
3	2.821.000 (+0.000.000)	943.667 (+0.000)		3.000.000 (+0.000)	1.033.333 (+0.000)		
2	1.914.000 (+0.000.000)	972.000 (+0.000)		2.113.000 (+0.000)	1.056.500 (+0.000)		
1	1.002.000 (+0.000.000)	1.002.000 (+0.000)		1.057.000 (+0.000)	1.057.000 (+0.000)		
0.5	531.000 (+0.000.000)	1.062.000 (+0.000)		560.000	1.120.000		

Update harga LHM Antam : 24 September 2020, pukul 08:44
 Harga pembelian kembali : Rp. 897.000/gram

Update harga LHM Pegadaian : 01 Oktober 2020

Gambar 2. Sumber Data

Data yang sudah didapatkan menggunakan teknik *web scrapping copy & paste* disimpan ke dalam format csv seperti pada gambar 3 berikut.

	A	B	C
1	No	Tanggal	Harga
2	1	10/01/2020	1002000
3	2	10/02/2020	1002000
4	3	10/03/2020	1002000
5	4	10/04/2020	1002000
6	5	10/05/2020	1015000
7	6	10/06/2020	1017000
8	7	10/07/2020	999000
9	8	10/08/2020	1004000
10	9	10/09/2020	1007000
11	10	10/10/2020	1007000

Gambar 3. Format csv

Dari hasil data yang disimpan dalam format csv, didapatkan total jumlah data yang didapatkan sebanyak 182 data historis harga emas Antam seberat satu gram.

2. Transformation

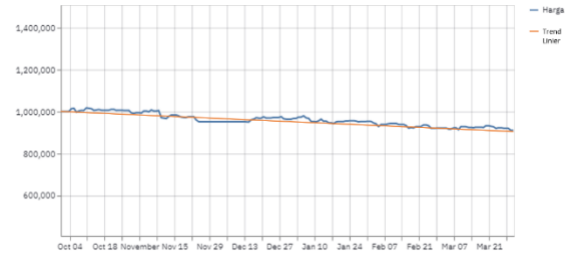
Pada tahap ini *dataset* diubah menjadi *time series* dengan mengubah kolom Tanggal menjadi atribut utama. Hasil dari perubahan tersebut disajikan dalam gambar 4 berikut.

	No	Harga
2020-10-01T00:00:00+07:00	1	1002000
2020-10-02T00:00:00+07:00	2	1002000
2020-10-03T00:00:00+07:00	3	1002000
2020-10-04T00:00:00+07:00	4	1002000
2020-10-05T00:00:00+07:00	5	1015000
2020-10-06T00:00:00+07:00	6	1017000
2020-10-07T00:00:00+07:00	7	999000
2020-10-08T00:00:00+07:00	8	1004000
2020-10-09T00:00:00+07:00	9	1007000
2020-10-10T00:00:00+07:00	10	1007000
2020-10-11T00:00:00+07:00	11	1019000

Total data : 182

Gambar 4. Dataset Time Series

Dataset tersebut menunjukkan bahwa data historis harga membentuk pola *trend* yang menurun dapat ditunjukkan kedalam grafik harga emas yang menunjukkan bahwa sedang mengalami pelemahan harga pada periode tersebut ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Trend Linier pada harga emas

Dataset yang sudah diubah menjadi *time series* kemudian dibagi menjadi *data training* dan *data testing* dengan perbandingan 8:2 berdasarkan prinsip pareto (Ramadhani, 2021). Hasil dari pembagian data dapat diperhatikan pada Tabel 1 berikut.

Table 1. Pembagian data

Type Data	Periode	Total
<i>Data Training</i>	1 Oktober 2020 – 22 Februari 2021	145
<i>Data Testing</i>	23 Februari 2021 – 31 Maret 2021	37

3. Data Mining

Tahap ini melakukan peramalan dengan menggunakan algoritma DESDT. Peramalan DESDT berdasarkan nilai *level* dan nilai *trend* yang diredam nilainya dimana kedua nilai tersebut dipengaruhi oleh parameter *smoothing alpha*, *beta*, dan *phi* dimana nilai setiap parameter adalah (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9). Peramalan DESDT dengan kombinasi parameter menghasilkan peramalan sebanyak 729 model ramalan.

Proses dimulai dari melatih model dengan melakukan peramalan dengan *data training*. Setelah itu, melakukan uji peramalan model yang sudah di latih terhadap *data testing*.

Model yang sudah didapatkan diukur tingkat performanya menggunakan MAPE berdasarkan persentase kesalahan atau *error*. Semakin kecil *error* yang didapat, maka semakin bagus peramalan yang dilakukan. Hasil MAPE yang didapat

diambil parameter terbaiknya yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Table 2. Parameter terbaik

Alpha (α)	Beta (β)	Phi (φ)	MAPE
0.1	0.8	0.8	0,49222
0.2	0.5	0.8	0,49322
0.2	0.6	0.8	0,49440
0.2	0.7	0.8	0,49686
0.1	0.9	0.8	0,49731

4. Evaluation

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa peralaman pada parameter terbaiknya terjadi pada saat nilai $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.8$ dan $\varphi = 0.8$ dengan persentase MAPE yaitu 0.49222 atau 0.49% sehingga melakukan peramalan harga emas satu bulan kedepannya.

a. Pelatihan Perhitungan Peramalan Harga Emas

Menentukan nilai pemulusan *level* (S_t) dari persamaan (1) dan *trend* (b_t) dari persamaan (2)

- Untuk $t = 1$
 $X_1 = 1002000$

Pada $t = 1$ nilai S_t dan b_t menggunakan nilai awal $S_1 = X_1$ dan $b_1 = X_2 - X_1$ sehingga:
 $S_1 = 1002000$

$$b_1 = 1002000 - 1002000$$

$$b_1 = 0$$

Karena nilai X_1 hingga X_5 memiliki nilai yang sama, maka tidak ada perubahan nilai (S_t) dan (b_t). maka dari itu dilanjutkan perhitungan dimulai dari $t = 6$ sebagai berikut.

- Untuk $t = 6$
 $X_2 = 1015000$
 $S_6 = \alpha X_6 + (1 - \alpha)(S_{6-1} + \varphi b_{6-1})$
 $S_6 = \alpha X_6 + (1 - \alpha)(S_5 + \varphi b_5)$
 $S_6 = 0,1 * 1015000 + (1 - 0,1)(1002000 + 0,8 * 0)$

$$S_6 = 1003300$$

$$b_6 = \beta(S_6 - S_{6-1}) + (1 - \beta)\varphi b_{6-1}$$

$$b_6 = \beta(S_6 - S_5) + (1 - \beta)\varphi b_5$$

$$b_6 = 0,8(1003300 - 1002000) + (1 - 0,8)0,8 * 0$$

$$b_6 = 1040$$

- Untuk $t = 7$

$$X_2 = 1015000$$

$$S_7 = \alpha X_7 + (1 - \alpha)(S_{7-1} + \varphi b_{7-1})$$

$$S_7 = \alpha X_7 + (1 - \alpha)(S_6 + \varphi b_6)$$

$$S_7 = 0,1 * 1017000 + (1 - 0,1)(1003300 + 0,8 * 0)$$

$$S_7 = 1005418,8$$

$$b_7 = \beta(S_7 - S_{7-1}) + (1 - \beta)\varphi b_{7-1}$$

$$b_7 = \beta(S_7 - S_6) + (1 - \beta)\varphi b_6$$

$$b_7 = 0,8(1005418,8 - 1003300) + (1 - 0,8)0,8 * 1040$$

$$b_7 = 1861,44$$

Dan seterusnya hingga perhitungan pada $t = 182$ sebagai berikut.

- Untuk $t = 182$

$$X_{182} = 911000$$

$$S_{182} = \alpha X_{182} + (1 - \alpha)(S_{182-1} + \varphi b_{182-1})$$

$$S_{182} = \alpha X_{182} + (1 - \alpha)(S_{181} + \varphi b_{181})$$

$$S_{182} = 0,1 * 911000 + (1 - 0,1)(1002000 + 0,8 * 0)$$

$$S_{182} = 919334,5617$$

$$b_{182} = \beta(S_{182} - S_{182-1}) + (1 - \beta)\varphi b_{182-1}$$

$$b_{182} = \beta(S_{182} - S_{181}) + (1 - \beta)\varphi b_{181}$$

$$b_{182} = 0,8(919334,5617 - 921838,2487) + (1 - 0,8)0,8 * (-1972,0308)$$

$$b_{182} = (-2318,4746)$$

Hasil keseluruhan dapat dilihat pada
Tabel 3.

Table 3. Nilai X_t , St , bt dan F_{t+m} harga emas dengan parameter $\alpha=0.1$, $\beta=0.8$ dan $\phi=0.8$

(t)	X_t	St	bt	Forecast
1	100200	1002000	0	Null
2	100200	1002000	0	1002000
3	100200	1002000	0	1002000
4	100200	1002000	0	1002000
5	101500	1003300	1040	1002000
6	101700	1,005,418.8000	1,861.4400	1004132
7	999000	1,006,117.1568	8,565.158	1,006,907.9520
8	100400	1,006,522.1325	4,610.231	1,006,802.3695
9	100700	1,006,901.8559	3,775.424	1,006,890.9510
10	100700	1,007,183.5009	2,857.227	1,007,203.8898
11	101900	1,008,570.8711	1,155.6119	1,007,412.0791
12	101700	1,010,245.8246	1,524.8606	1,009,495.3606
13	101500	1,011,819.1418	1,502.6315	1,011,465.7131
14	100700	1,012,419.1223	7,204.054	1,013,021.2470
15	100900	1,012,595.9019	2,566.886	1,012,995.4466
16	101100	1,012,621.1275	612.507	1,012,801.2528
17	100800	1,012,203.1153	-3.246.097	1,012,670.1281
18	100800	1,011,549.0847	5,751.620	1,011,943.4275
19	100800	1,010,780.0596	-7.072.460	1,011,088.9552
20	100800	1,009,992.8366	-7.429.378	1,010,214.2628
21	101200	1,009,658.6377	-3.862.292	1,009,398.4863
22	101200	1,009,614.6889	-969.557	1,009,349.6543
23	100700	1,009,283.4119	-2.805.345	1,009,537.1244
24	100800	1,008,953.0859	-3.091.463	1,009,058.9843

25	100800	1,008,635.1920	-3.037.786	1,008,705.7688
26	100700	1,008,252.9522	-3.543.964	1,008,392.1691
27	100700	1,007,872.4916	-3.610.719	1,007,969.4351
28	100700	1,007,525.2706	-3.355.483	1,007,583.6340
29	995000	1,006,031.1488	-1,248.9852	1,007,256.8320
30	992000	1,003,728.7646	-2,041.7450	1,005,031.9607
31	996000	1,001,485.8318	-2,121.0255	1,002,095.3686
32	996000	999,410.1102	-1,999.9413	999,789.0114
33	994000	997,429.1415	-1,904.7656	997,810.1572
34	100400	996,714.7961	-8.762.388	995,905.3290
35	100400	996,812.4245	-620.955	996,013.8050
36	100000	997,086.4734	-2.093.038	996,762.7482
37	100900	998,428.5248	-1,107.1297	997,253.9164
38	100400	999,782.8057	-1,260.5655	999,314.2285
39	100400	1,001,112.1323	-1,265.1517	1,000,791.2581
40	100600	1,002,511.8283	-1,322.1811	1,002,124.2537
41	972000	1,000,412.6159	-1,467.8210	1,003,569.5732
42	970000	996,314.5232	-3,513.3255	999,238.3591
43	968000	990,953.4765	-4,850.9694	993,503.8628
44	978000	986,165.4309	-4,606.5916	987,072.7010
45	985000	982,732.1418	-3,483.6859	982,480.1576
46	985000	980,450.6738	-2,382.5642	979,945.1931
47	985000	979,190.1602	-1,389.6211	978,544.6225

48	98000 0	978,270.6 170	- 9,579.7 40	978,078.46 33
49	97500 0	977,253.8 140	- 9,667.1 82	977,504.23 78
50	97300 0	976,132.3 955	- 1,051.8 097	976,480.43 95
51	97300 0	975,061.8 530	- 1,024.7 236	975,290.94 77
52	97700 0	974,517.8 667	- 5,991.4 48	974,242.07 41
53	97700 0	974,334.6 958	- 2,423.9 99	974,038.55 08
54	97700 0	974,426.6 983	348.180	974,140.77 58
55	96100 0	973,109.0 974	- 1,048.5 098	974,454.55 27
56	95300 0	970,343.2 606	- 2,380.4 310	972,270.28 95
57	95300 0	966,895.0 242	- 3,139.4 581	968,438.91 58
58	95300 0	963,245.1 120	- 3,422.2 431	964,383.45 77
59	95300 0	959,756.5 858	- 3,338.3 799	960,507.31 75
60	95300 0	956,677.2 937	- 2,997.5 744	957,085.88 19
61	95300 0	954,151.3 107	- 2,500.3 983	954,279.23 41
62	95300 0	952,235.8 929	- 1,932.3 980	952,150.99 21
63	95300 0	950,920.9 770	- 1,361.1 164	950,689.97 45
64	95300 0	950,148.8 756	- 8,354.5 98	949,832.08 40
65	95300 0	949,832.4 570	- 3,868.0 85	949,480.50 77
66	95300 0	949,870.7 092	- 312.876	949,523.01 02
67	95300 0	950,161.1 112	2,273.1 56	949,845.67 91
68	95300 0	950,608.6 673	3,944.1 54	950,342.96 37
69	95300 0	951,131.7 797	4,815.9 63	950,924.19 96
70	95300 0	951,665.3 511	5,039.1 25	951,517.05 67

71	95300 0	952,161.6 330	4,776.5 15	952,068.48 11
72	95300 0	952,589.3 788	4,186.2 09	952,543.75 42
73	95300 0	952,931.8 480	3,409.5 47	952,924.27 55
74	95300 0	953,184.1 505	2,563.9 48	953,204.61 17
75	95200 0	953,250.3 397	939.745	953,389.26 64
76	95100 0	953,092.9 674	- 1,108.6 19	953,325.51 94
77	96200 0	953,903.8 501	6,309.6 82	953,004.27 79
78	96500 0	955,467.7 622	1,352.0 846	954,408.62 47
79	97200 0	958,094.4 869	2,317.7 133	956,549.42 99
80	97000 0	960,953.7 918	2,658.2 780	959,948.65 76
81	97000 0	963,772.3 728	2,680.1 893	963,080.41 42
82	97600 0	966,924.8 718	2,950.8 295	965,916.52 42
83	97000 0	969,356.9 819	2,417.8 208	969,285.53 54
84	97100 0	971,262.1 146	1,910.9 575	971,291.23 85
85	97100 0	972,611.7 926	1,385.4 956	972,790.88 06
86	97300 0	973,648.1 701	1,050.7 813	973,720.18 90
87	97300 0	974,339.9 157	7,215.2 15	974,488.79 52
88	97300 0	974,725.4 196	4,238.4 65	974,917.13 28
89	97700 0	975,258.0 471	4,939.1 75	975,064.49 68
90	96700 0	974,787.8 630	- 2,971.2 05	975,653.18 11
91	96500 0	973,595.1 499	- 1,001.7 097	974,550.16 66
92	96500 0	972,014.4 039	- 1,424.8 704	972,793.78 21
93	96500 0	970,287.0 569	- 1,609.8 569	970,874.50 76
94	96900 0	968,999.2 542	- 1,287.8 192	968,999.17 14
95	96900 0	968,072.0 990	- 9,477.7 53	967,968.99 89
96	97500 0	968,082.4 909	- 1,433.3 05	967,313.87 87
97	97500 0	968,671.0 438	4,479.0 95	967,967.82 64

	98100	970,226.4	1,315.9	969,029.37
98	0	342	779	14
	97100	971,251.2	1,030.4	971,279.21
99	0	949	450	65
	96900	971,768.0	5,783.0	972,075.65
100	0	858	39	08
	95400	970,407.6	-	972,230.72
101	0	560	9,958.1	89
			52	
	95400	968,049.9	-	969,611.00
102	0	035	2,045.5	38
			325	
	95200	964,972.1	-	966,413.47
103	0	297	2,789.5	75
			042	
	95700	962,166.4	-	962,740.52
104	0	738	2,690.8	64
			454	
	96500	960,512.4	-	960,013.79
105	0	177	1,753.7	74
			801	
	95500	958,698.4	-	959,109.39
106	0	542	1,731.7	36
			756	
	95600	957,181.7	-	957,313.03
107	0	303	1,490.4	37
			632	
	94800	955,190.4	-	955,989.35
108	0	238	1,831.5	98
			193	
	94800	953,152.6	-	953,725.20
109	0	875	1,923.2	84
			321	
	94400	950,852.6	-	951,614.10
110	0	916	2,147.7	18
			139	
	95200	949,421.0	-	949,134.52
111	0	685	1,488.9	06
			327	
	95400	948,806.9	-	948,229.92
112	0	301	7,295.4	23
			00	
	95400	948,800.9	-	948,223.29
113	0	683	1,214.9	81
			58	
	95400	949,233.3	-	948,703.77
114	0	945	3,265.0	16
			16	
	95700	950,245.1	-	949,494.59
115	0	362	8,616.3	58
			36	
	95700	951,540.9	-	950,934.44
116	0	988	1,174.5	31
			515	
	95800	953,032.5	-	952,480.63
117	0	760	1,381.1	99
			900	
	95800	954,523.7	-	954,137.52
118	0	751	1,413.9	79
			497	
	95600	955,689.4	-	955,654.93
119	0	414	1,158.7	49
			650	
	95200	956,154.8	-	956,616.45
120	0	081	5,576.9	34
			57	
	95400	956,340.8	-	956,600.96
121	0	682	2,380.7	47
			94	
	95400	956,278.1	-	956,531.33
122	0	986	120.430	17

	95400	956,041.7	-	956,268.56
123	0	077	1,911.1	41
			95	
	95500	955,799.9	-	955,888.81
124	0	309	2,240.0	21
			06	
	95400	955,458.6	-	955,620.73
125	0	574	3,088.5	04
			89	
	94700	954,390.4	-	955,211.57
126	0	132	9,040.1	02
			27	
	94300	952,600.4	-	953,667.20
127	0	827	1,576.5	30
			864	
	93000	949,205.2	-	951,339.21
128	0	922	2,968.4	36
			062	
	94000	946,147.5	-	946,830.56
129	0	105	2,921.1	72
			704	
	94000	943,429.5	-	943,810.57
130	0	168	2,641.7	42
			822	
	94000	941,184.4	-	941,316.09
131	0	819	2,218.7	10
			131	
	94300	939,768.5	-	939,409.51
132	0	603	1,487.7	14
			314	
	94500	939,220.5	-	938,578.37
133	0	377	6,764.5	52
			51	
	94500	939,311.4	-	938,679.37
134	0	362	355.140	36
	94500	939,854.7	-	939,283.02
135	0	226	4,289.4	51
			68	
	94000	940,178.0	-	940,197.88
136	0	920	3,273.2	00
			71	
	94000	940,395.9	-	940,439.95
137	0	583	2,266.6	36
			53	
	94000	940,519.5	-	940,577.29
138	0	615	1,351.4	06
			90	
	93500	940,064.9	-	940,627.68
139	0	127	3,420.9	07
			52	
	92200	938,012.1	-	939,791.23
140	0	128	1,696.9	65
			751	
	92500	935,489.0	-	936,654.53
141	0	795	2,289.9	27
			427	
	92300	932,591.4	-	933,657.12
142	0	128	2,684.5	53
			242	
	93000	930,399.4	-	930,443.79
143	0	141	2,183.1	34
			228	
	93000	928,787.6	-	928,652.91
144	0	242	1,638.7	58
			315	

145	93000 0	927,728.9 751	- 1,109.1 163	927,476.63 90
146	93800 0	927,957.5 138	53.724	926,841.68 20
147	93800 0	928,965.6 306	8.073.5 30	927,961.81 17
148	93400 0	930,050.3 616	9.969.6 13	929,611.51 29
149	92200 0	929,963.1 376	897.346	930,847.93 07
150	92200 0	929,231.4 328	- 5.710.0 63	930,034.92 53
151	92200 0	928,097.1 649	- 9.987.7 53	928,774.62 77
152	92300 0	926,868.3 302	- 1,142.8 718	927,298.14 47
153	92300 0	925,658.6 295	- 1,150.6 201	925,954.03 28
154	92300 0	924,564.3 201	- 1,059.5 467	924,738.13 35
155	92300 0	923,645.0 145	- 9.049.7 20	923,716.68 27
156	91800 0	922,428.9 332	- 1,117.6 606	922,921.03 68
157	91800 0	921,181.3 243	- 1,176.9 128	921,534.80 47
158	92300 0	920,515.8 146	- 7.207.1 38	920,239.79 40
159	92400 0	920,345.3 192	- 2.517.1 05	919,939.24 36
160	91500 0	919,629.5 557	- 6.128.8 45	920,143.95 08
161	93000 0	920,225.3 233	3.785.5 26	919,139.24 82
162	93000 0	921,475.3 489	1,060.5 888	920,528.16 54
163	92900 0	922,991.4 379	1,382.5 655	922,323.81 99
164	92600 0	924,287.7 413	1,258.2 531	924,097.49 03
165	92600 0	925,364.9 094	1,063.0 550	925,294.34 38
166	92400 0	925,993.8 181	6.732.1 57	926,215.35 34
167	92700 0	926,579.1 516	5.759.8 13	926,532.39 07
168	92700 0	927,035.9 430	4.575.9 01	927,039.93 67
169	92700 0	927,361.8 136	3.339.1 09	927,402.01 51

170	92500 0	927,366.0 481	568.133	927,628.94 23
171	93400 0	928,070.3 489	5.725.3 08	927,411.49 88
172	93400 0	929,075.5 361	8.957.5 47	928,528.37 35
173	93100 0	929,912.9 259	8.132.3 26	929,792.13 99
174	92900 0	930,407.1 608	5.255.0 51	930,563.51 20
175	92100 0	929,844.8 084	- 3.658.0 11	930,827.56 49
176	92400 0	928,996.9 508	- 7.368.1 43	929,552.16 75
177	92400 0	927,966.7 494	- 9.420.5 14	928,407.49 93
178	92200 0	926,691.7 975	- 1,170.6 898	927,213.10 83
179	92200 0	925,379.7 211	- 1,236.9 715	925,755.24 57
180	92100 0	924,051.1 295	- 1,260.7 887	924,390.14 39
181	91100 0	921,838.2 487	- 1,972.0 308	923,042.49 86
182	91100 0	919,334.5 617	- 2,318.4 746	920,260.62 41

Selanjutnya dilakukan peramalan harga emas untuk kedepannya.

b. Peralaman harga emas

Melakukan peramalan harga emas untuk periode 31 hari kedepannya ($m = 31$) menggunakan persamaan (3) menggunakan periode pada hari terakhir yaitu $t = 182$:

$$F_{t+m} = S_t + (\varphi^1 + \varphi^2 + \dots + \varphi^m)b_t$$

$$F_{182+31} = S_{182} + (\varphi^{31})b_{182}$$

$$F_{213} = 919334,5617$$

$$+ (0,8^{31})(-2318,4746)$$

$$F_{213} = 912848,8529$$

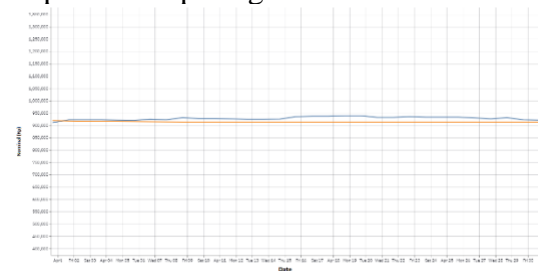
Hasil untuk peramalan harga emas kedepannya secara keseluruhan dimulai dari periode 1 hingga 31 hari dan membandingkan dengan data aktual dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Table 4. Hasil peramalan 31 hari kedepan

No	Tanggal	Harga aktual	Harga prediksi
1	04/01/2022	911000	918777
2	04/02/2022	922000	917590
3	04/03/2022	922000	916640
4	04/04/2022	922000	915880
5	04/05/2022	921000	915273
6	04/06/2022	920000	914786
7	04/07/2022	924000	914397
8	04/08/2022	922000	914086
9	04/09/2022	931000	913837
10	04/10/2022	927000	913638
11	04/11/2022	927000	913479
12	04/12/2022	926000	913351
13	04/13/2022	924000	913249
14	04/14/2022	924000	913168
15	04/15/2022	925000	913102
16	04/16/2022	935000	913050
17	04/17/2022	937000	913009
18	04/18/2022	937000	912975
19	04/19/2022	939000	912948
20	04/20/2022	939000	912927
21	04/21/2022	932000	912910
22	04/22/2022	932000	912896
23	04/23/2022	935000	912885
24	04/24/2022	933000	912876
25	04/25/2022	933000	912869
26	04/26/2022	933000	912864
27	04/27/2022	930000	912859

28	04/28/2022	926000	912856
29	04/29/2022	931000	912853
30	04/30/2022	922000	912851
31	05/01/2022	921000	912849

Berdasarkan Tabel 4, maka dapat dibuat perbandingan antara harga aktual dengan harga ramalan ke dalam grafik. Perbandingan harga ke dalam grafik dapat dilihat pada gambar 6 berikut.

**Gambar 6. Perbandingan harga aktual dengan ramalan**

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Penerapan model *forecasting* menggunakan algoritma *Double Exponential Smoothing Damped Trend* menghasilkan performa yang sangat baik dalam peramalan harga emas yang sedang mengalami *trend* penurunan dengan persentase kesalahan atau *error* berdasarkan MAPE sebesar 0,49%.
2. Hasil persentase *error* model peramalan dengan algoritma DESDT termasuk kedalam golongan sangat baik. Namun karena parameter *smoothing* terbatas yaitu hanya mencoba secara manual serta hanya memiliki nilai (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9) mengakibatkan tingkat performa model yang digunakan kurang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, T. (2017). Sistem Peramalan Harga Emas Antam Menggunakan Double Exponential Smoothing. *Intensif*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.29407/intensif.v1i1.531>
- Fahlevi, A., Bachtiar, F. A., & Setiawan, B. D. (2018). Perbandingan Holt ' s dan Winter ' s Exponential Smoothing untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Kelompok Transportasi , Komunikasi dan Jasa Keuangan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(12), 6136–6145. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Guntur, M., Santony, J., & Yuhandri, Y. (2018). Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Metode Naïve Bayes dalam Investasi untuk Meminimalisasi Resiko. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 2(1), 354–360. <https://doi.org/10.29207/resti.v2i1.276>
- Habsari, H. D. P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). Peramalan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dan Verifikasi Hasil Peramalan Menggunakan Grafik Pengendali Tracking Signal (Studi Kasus : Data IHK Provinsi Kalimantan Timur) Forecasting Uses Double Exponential Smoothing Method and Forecastin. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(1), 13–22.
- Hakimah, M., Rahmawati, W. M., & Afandi, A. Y. (2020). Pengukuran Kinerja Metode Peramalan Tipe Exponential Smoothing Dalam Parameter Terbaiknya. *Jurnal Ilmiah NERO*, 5(1), 44–50.
- Hudiyanti, C. V., Bachtiar, F. A., & Setiawan, B. D. (2019). Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(3), 2667–2672.
- Pramesti, A. D., Jajuli, M., & Sari, B. N. (2020). Implementasi Metode Double Exponential Smoothing dalam Memprediksi Pertambahan Jumlah Penduduk di Wilayah Kabupaten Karawang. *Ultimatics : Jurnal Teknik Informatika*, 12(2), 95–103. <https://doi.org/10.31937/ti.v12i2.1688>
- Putriadita, D., & T. Rahmawati, W. (2021). *Harga emas Antam masih akan menurun meski stimulus AS sudah sah*. Kontan.Co.Id. <https://investasi.kontan.co.id/news/harga-emas-antam-masih-akan-menurun-meski-stimulus-as-sudah-sah>
- Ramadhani, N. (2021). *Penjelasan Lengkap Mengenai Apa Itu Pareto. Akseleran*. <https://www.akseleran.co.id/blog/pareto-adalah/>
- Ristianto, F., Nurmallasari, & Yoraeni, A. (2021). Impementasi Metode Naïve Bayes Untuk Prediksi Harga Emas. *Jurnal CO-SCIENCE (Computer Science)*, 1(1), 62–71.
- Saurkar, A. V, Pathare, K. G., & Gode, S. A. (2018). An Overview On Web Scraping Techniques And Tools. *International Journal on Future Revolution in Computer Science & Communication Engineering*, 4(4), 363–367. <http://www.ijfrcsce.org>